

BAB II

TINJAUAN TEORI

A. Penelitian Terdahulu

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Shabrina Arika Zahra, Sri sumiyati dan Endro sutrisno (Zahra, Sumiyati, and Sutrisno 2015) dengan judul “Penurunan Konsentrasi BOD Dan COD Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan Dan Bioball” Kadar BOD dan COD yang melebihi standar baku mutu air limbah dapat menimbulkan masalah lingkungan. Kadar BOD dan COD di industri tahu sudah melebihi standar baku mutu air limbah yaitu BOD sebesar 6.000-8.000 mg/l, dan COD sebesar 7.500-14.000 mg/l. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kemampuan kolam (pond) – biofilm dengan media biofilter jaring ikan dan bioball terhadap efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan COD dalam limbah cari tahu dan menganalisis pengaruh waktu kontak pada reaktor biofilm-(pond) terhadap penurunan konsentrasi BOD dan COD.

Hasil penelitian menunjukkan variasi waktu kontak terjadi penurunan konsentrasi BOD dan COD di kolam dan reaktor drum. Dengan waktu kontak 1 jam, 2 jam, dan 3 jam konsentrasi BOD di kolam setelah penngolahan terjadi penurunan dengan efisiensi sebesar 9,37%, 10,68% dan 12,02%. Pada COD di kolam dengan waktu kontak yang sama terjadi penurunan konsentrasi dengan efisiensi sebesar 11,89%, 18,30% dan 31,11%. Sedangkan pada konsentrasi BOD di reaktor drum dengan waktu kontak 1 jam, 2 jam, dan 3 jam setelah pengolahan menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball terjadi penurunan konsentrasi dengan efisiensi secara berturut-turut sebesar 9,10%, 10,40%, dan 19,51%. Pada konsentrasi COD di reaktor drum dengan waktu kontak dan media yang sama terjadi penurunan konsentrasi dengan efisiensi 21,33%, 24,37%, dan 41,13%.

2. Pada penelitian yang dilakukan oleh Novita Wardhani, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati (Sudharto n.d.2015) dengan judul “Penurunan Konsentrasi BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond) – Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball” ” Kadar BOD dan TSS yang melebihi standar baku mutu air limbah dapat menimbulkan masalah lingkungan. Kadar BOD dan TSS di industri tahu sudah melebihi standar baku mutu air limbah yaitu BOD

sebesar 331,9 mg/l, dan TSS sebesar 1198 mg/l. Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis efisiensi penurunan BOD dan TSS pada limbah cair tahu dengan menggunakan kombinasi sistem kolam – Biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball dan menganalisis pengaruh waktu kontak air limbah pada kolam – biofilm terhadap penurunan kadar BOD dan TSS pada limbah cair tahu. Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak, terjadi penurunan pada kadar BOD dan TSS pada kolam dan reaktor drum. Pada penelitian ini dilakukan 3 variasi waktu kontak yaitu 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Penyisihan konsentrasi BOD berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penyisihan yaitu sebesar 33,76%, 40,75%, 41,91% pada kolam dan 26,35%, 34,26%, dan 35,57% pada reaktor drum. Sedangkan penyisihan konsentrasi TSS berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penyisihannya yaitu 86,85%, 89,84%, 90,05% pada kolam dan 62,85%, 68,73%, 74,30% pada reaktor drum.

Hasil penelitian dengan waktu kontak 1 jam, 3 jam dan 5 jam mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD dan TSS, dimana semakin lama waktu kontak di dalam kolam dan reaktor drum maka efisiensi pengolahan juga semakin besar. Dari total ketiga variasi waktu kontak diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan konsentrasi BOD dan TSS yang paling besar yaitu pada waktu tinggal yang paling lama. Efisiensi paling tinggi dari ketiga variasi waktu kontak tersebut yaitu pada waktu kontak 5 jam dengan efisiensi pengolahan konsentrasi BOD pada kolam (pond) 41,91%, pada reaktor drum 34,26%, dan efisiensi penurunan konsentrasi TSS pada kolam (pond) 90,05%, pada reaktor drum 74,30%

Tabel II.1 Matriks perbedaan peneliti terdahulu dengan peneliti sekarang

No	Nama dan Judul Penelitian	Jenis & Desain Penelitian	Populasi & Sampel Penelitian	Variabel Penelitian	Analisis Uji Statistika	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	Shabrina Arika Zahra, Sri Sumiyati dan Endro Sutrisno “Penurunan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (pond)-biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball”	Pra eksperimen degan desain one grup pretest posttest	Limbah cair tahu dari industri tahu di daerah Kelurahan Jomblang, Kecamatan Candisari, Kota Semarang.	- Variasi waktu kontak 1 jam, 2 jam, 3 jam - Limbah cair tahu dan konsentrasi BOD dan COD	Analisis Univariat menggunakan Uji Statistik Anova one way	Dari hasil pengolahan konsentrasi BOD di kolam dengan variasi waktu kontak 1 jam, 2 jam dan 3 jam terjadi penurunan dengan efisiensi sebesar 9,37%, 10,68% dan 12,02%. Pada COD di kolam dengan waktukontak yang sama terjadi penurunan konsentrasi dengan efisiensi sebesar 11,89%, 18,30% dan 31,11%. Sedangkan pada konsentrasi BOD di reaktor drum setelah pengolahan penurunan konsentrasi dengan efisiensi secara berturut-turut sebesar 9,10%, 10,40%, dan 19,51%. Pada konsentrasi COD di reaktor drum terjadi penurunan konsentrasi dengan efisiensi 21,33%, 24,37%, dan 41,13%.	Peneliti sekarang melakukan penelitian dengan metode yang sama dengan perbedaan vaiasi waktu kontak untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair tahu

No	Nama dan Judul Penelitian	Jenis & Desain Penelitian	Populasi & Sampel Penelitian	Variabel Penelitian	Analisis Uji Statistika	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
2	Novita Wardhani, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati “Penurunan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (pond)-biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball”	Pra eksperimen degan desain one grup pretest posttest	Limbah cair tahu dari industri tahu di daerah Kelurahan Jomblang, Kecamatan Candisari, Kota Semarang.	Bebas : variasi waktu kontak 1 jam, 3 jam, 5 jam Terikat : limbah cair tahu dan konsentrasi BOD dan TSS	Analisis Univariat menggunakan Uji Statistik Anova one way	Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak, terjadi penurunan pada konsentrasi BOD dan TSS pada kolam (pond) dan reaktor drum. Pada penelitian ini dilakukan 3 variasi waktu kontak yaitu 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Penyisihan konsentrasi BOD berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penyisihan yaitu sebesar 33,76%, 40,75%, 41,91% pada kolam (pond) dan 26,35%, 34,26%, dan 35,57% pada reaktor drum. Sedangkan penyisihan konsentrasi TSS berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penyisihannya yaitu 86,85%, 89,84%, 90,05% pada kolam (pond) dan 62,85%, 68,73%, 74,30% pada reaktor drum.	Peneliti sekarang melakukan penelitian dengan metode yang sama dengan perbedaan variasi waktu kontak untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair tahu

No	Nama dan Judul Penelitian	Jenis & Desain Penelitian	Populasi & Sampel Penelitian	Variabel Penelitian	Analisis Uji Statistika	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
3	Muhammad Fikri Abdullah "Pengaruh metode biofiltrasi jaring ikan dan bioball dengan variasi waktu kontak dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah tahu"	Pra eksperimen degan desain one grup pretest posttest	Limbah cair tahu dari pabrik tahu Solaono di desa Purwodadi Kec. Barat, Kabupaten Magetan	Bebas : variasi waktu kontak 4 jam, 5 jam, 6 jam Terikat : limbah cair tahu dan konsentrasi BOD dan COD	Analisis Univariat menggunakan Uji Statistik Anova one way	Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak, terjadi penurunan pada konsentrasi BOD dan COD. Pada penelitian ini dilakukan 3 variasi waktu kontak yaitu 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Penurunan konsentrasi BOD berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penyisihan yaitu sebesar 33,33%, 45,24 % dan 75,61 %. Sedangkan penurunan konsentrasi COD berdasarkan variasi waktu kontak diatas masing-masing penurunan yaitu 18,54 %, 50,77% dan 75,29 %.	Peneliti sekarang melakukan penelitian dengan metode yang sama dengan perbedaan vaiasi waktu kontak untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair tahu

B. Telaah Pustaka Lain Yang Sesuai

1. Limbah Cair Tahu

a. Pengertian Limbah Cair Tahu

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran 19 berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan.

Limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Beban pencemaran yang ditimbulkan menyebabkan gangguan serius terutama untuk perairan di sekitar industri tahu. Mengingat asal air buangan berasal dari proses yang berbeda-beda, maka karakteristiknya berbeda-beda pula. Untuk air buangan yang berasal dari pencucian dan perendaman nilai cemarnya tidak begitu tinggi sehingga masih dapat dibuang ke perairan. Sedangkan untuk air buangan yang berasal dari proses pemasakan nilai cemarnya cukup tinggi dengan demikian harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Parameter air limbah tahu yang biasanya diukur antara lain temperatur, pH, padatanpadatan tersuspensi (TSS) dan kebutuhan oksigen (BOD dan COD).

Temperatur biasanya diukur dengan menggunakan termometer air raksa dengan skala Celsius. Nilai pH air digunakan untuk mengekspresikan kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah. Skala pH berkisar antara 1-14; kisaran nilai pH 1-7

termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral.

Kebutuhan oksigen dalam air limbah ditunjukkan melalui BOD dan COD. BOD (Biological Oxygen Demand) adalah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD bermanfaat untuk mengetahui apakah air limbah tersebut mengalami biodegradasi atau tidak, yaitu dengan membuat perbandingan antara nilai BOD dan COD. Oksidasi berjalan sangat lambat dan secara teoritis memerlukan waktu tak terbatas. Dalam waktu 5 hari (BOD), oksidasi organik karbon akan mencapai 60%-70% dan dalam waktu 20 hari akan mencapai 95%. COD adalah kebutuhan oksigen dalam proses oksidasi secara kimia. Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang jauh lebih cepat, yakni dapat dilakukan selama 3 jam, sedangkan pengukuran BOD paling tidak memerlukan waktu 5 hari. Jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui (Ashar 2020).

b. Penyebab Terjadinya Pencemaran Limbah Cair Tahu

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran limbah cair tahu adalah dengan tingginya angka BOD dan COD didalam air limbah cair tersebut. BOD dan COD yang tinggi didalam limbah cair tahu disebabkan karena pada limbah cair tahu mengandung bahan-bahan organik kompleks seperti lemak yang tinggi, karbohidrat, protein, dan asam-asam amino yang berbentuk padatan tersuspensi maupun terlarut. Oleh karena itu, jika limbah cair tahu dibuang secara langsung tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran pada badan air (Putri A.S.T 2018)

c. Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Air limbah yang dibuang ke badan air bisa memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri/Atau Kegiatan Usaha Lainnya (Gubernur Jawa Timur 2013).

Tabel II.2 Baku Mutu Industri Tahu

Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Kecap, Tahu dan Tempe			
Parameter	Kecap	Tahu	Tempe
	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6,0 – 9,0		

2. Parameter BOD dan COD Pada Limbah Cair Tahu

a. BOD (Biological Oxygen Demand)

Biological Oxygen Demand (BOD), merupakan parameter untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktivitas mikroba dan menguraikan zat organik secara biologis di dalam limbah cair. Limbah cair industri tahu mengandung bahan organik terlarut yang tinggi.

a. Pengertian COD (Chemical Oxygen Demand)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator untuk mengoksidasi seluruh material baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air. Jika kandungan senyawa organik dan anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut didalam air dapat mencapai nol

sehingga tumbuhan air dan hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen tidak memungkinkan hidup.

3. Metode Biofiltrasi

a. Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan tahap awal dari proses pengolahan secara biologis. Proses pengolahan limbah cair sangat ditentukan oleh aklimatisasi. Proses aklimatisasi bertujuan agar mikroorganisme yang digunakan dalam proses biofiltrasi beradaptasi terlebih dahulu dengan bahan baku yang akan diolah, sehingga mikroorganisme dapat bekerja maksimal. Proses aklimatisasi merupakan tahap mengkondisikan mikroorganisme agar dapat hidup dan melakukan penyesuaian diri terhadap lingkungan baru. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah cair adalah bakteri, algae atau protozoa. Biasanya proses aklimatisasi dilakukan sekitar 7-14 hari (Ananda, Hartati, and Salafudin 2017).

b. Proses Biofiltrasi

1) Pengertian Biofiltrasi

Biofiltrasi adalah suatu proses yang menggunakan bakteri atau mikroorganisme yang dibutuhkan untuk memecah polutan zat organik yang ada di dalam air. Biofilter merupakan media yang digunakan untuk tempat tumbuhnya mikroorganisme, maka dari itu biofilter harus mempunyai luas permukaan yang lebar dan memiliki permukaan yang kasar seperti media bioball, jaring ikan, dan media yang mempunyai permukaan kasar. Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut bisa dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) dan kombinasi antara aerobik dan anaerobik. Proses biologis dengan kondisi aerobik dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan nilai BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis dengan kondisi anaerobik

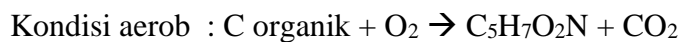
digunakan untuk pengolahan air limbah dengan nilai BOD yang sangat tinggi (N I Said 2018).

Adanya air buangan yang melalui media biofilter menimbulkan tumbuhnya bakteri yang akan melapisi permukaan media biofilter dengan membentuk berupa cairan lendir yang disebut biofilm. Air limbah yang masih mengandung zat organik pada bak pengendap apabila melalui lapisan biofilm akan mengalami proses penguraian secara biologis. Efektivitas biofilter tergantung pada luas kontak antara air dengan biofilm yang menempel pada permukaan media biofilter tersebut (Nusa Idaman Said 2018).

2) Prinsip Kerja Biofiltrasi

a) Biofiltrasi Aerobik

Menurut Autoridad Nacional del Servicio Civil (2021) pada proses biofiltrasi dalam kondisi aerobik karbon diubah menjadi CO_2 dan sel bakteri. Pada kondisi ini mikroorganisme memperoleh makanan dari bahan organik di dalam air dan mengambil oksigen dari udara. Bahan organik pada kondisi aerobik dikonversional menjadi produk metabolisme biologi berupa CO_2 , H_2O_2 , dan energi. Energi yang digunakan sebagian untuk pertumbuhan mikroorganisme baru. Reaksi secara sederhana sebagai berikut :



b) Biofiltrasi Anaerobik

Menurut Autoridad Nacional del Servicio Civil (2021) pada proses biofiltrasi dalam kondisi anaerobik karbon organik diubah menjadi CO_2 , metana dan senyawa organik produksi-produksi lainnya. Pada kondisi ini senyawa yang akan dihasilkan seperti CH_4 , H_2S , NH_4^+ , asam laktat dan sebagainya. Senyawa organik pada kondisi anaerobik bertindak sebagai donor elektron, dimana pada kondisi ini

produksi biomasa sel akan rendah. Reaksi secara sederhana sebagai berikut :

Kondisi anaerob : C organik teroksidasi + asam organik →
sel mikroba + Metana + CO₂ + alkohol

3) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biofiltrasi

a) Debit Biofiltrasi

Debit yang sangat besar akan menimbulkan tidak berfungsinya biofiltrasi secara efisien. Akibat aliran yang terlalu cepat dalam melewati media pada biofilter maka proses biofiltrasi tidak dapat berjalan dengan sempurna. Hal ini menimbulkan kurangnya kontak waktu antara biofilm yang menempel pada permukaan media dengan air limbah yang akan diolah. Kecepatan aliran air yang sangat cepat saat melewati proses biofiltrasi menyebabkan partikel-partikel zat organik akan lolos.

b) Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan sangat berpengaruh terhadap efisiensi pada biofiltrasi. Semakin tinggi tingkat kekeruhan akan menyebabkan tersumbatnya lubang pori pada media atau akan terjadi clogging. Sehingga sebelum melakukan proses biofiltrasi dibatasi tingkat konsentrasi kekeruhannya sebelum masuk pada media biofilter. Dengan begitu harus menurunkan konsentrasi kekeruhan terlebih dahulu dengan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi.

c) Kedalaman Media, Ukuran, dan Material

Tebal tipis nya media dapat menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Media yang tebal memiliki daya saring yang sangat tinggi akan tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang laam. Sedangkan media yang tipis membutuhkan pengaliran yang cepat akan tetapi daya saring yang rendah. Demikian juga untuk ukuran besar kecilnya

media biofilter berpengaruh terhadap porositas, laju biofiltrasi, dan juga daya sarangnya, baik itu komposisinya, proporsinya, maupun bentuk susunan dari diameter media biofilter. Keadaan media yang kasar dan halus akan menimbulkan variasi dalam menempelnya biofilm pada media. Banyaknya biofilm menentukan besarnya tingkat porositas dan kemampuan memecah polutan organik yang terdapat dalam air limbah. Sebaliknya jika biofilm dengan jumlah sedikit dapat menyebabkan masih utuh nya polutan organik pada air limbah (Salehurrahman 2016).

4) Media Biofiltrasi

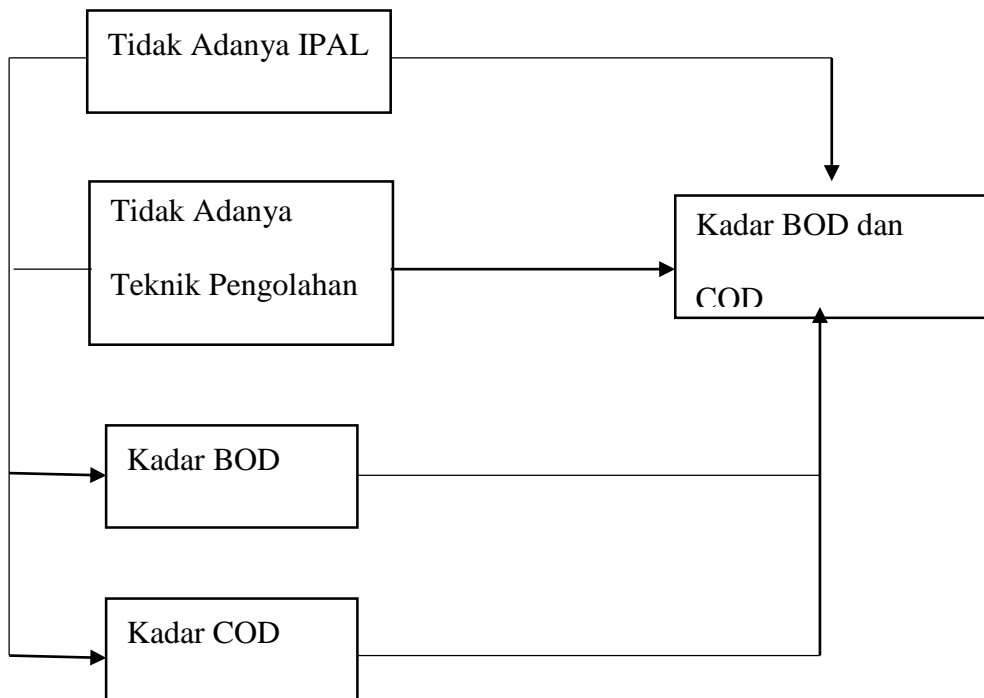
a) Bioball

Bioball menjadi salah satu media biofilter yang dimana biofilm dapat melekat pada bioball tersebut. Bioball memiliki keunggulan yaitu mempunyai luas spesifik yang sangat besar, dan pemasangannya yang mudah. Sedangkan media jaring ikan di definisikan sebagai susunan mata jaring yang terbuat dari bahan fibres.

b) Jaring Ikan

jaring ikan memiliki pori yang banyak dan kecil yang akan membuat pertumbuhan biofilm yang baik sehingga pada pemilihan media jaring ikan dan bioball di harapkan dapat menurunkan konsentrasi zat organik. Keunggulan menggunakan media jaring ikan ini pada biofilter yaitu harga yang terjangkau, ringan dan terbuat dari bahan inert (Nevya Rizki, Sutrisno E 2017).

C. Kerangka Teori



D. Kerangka Konsep

